

This Page Is Inserted by IFW Operations  
and is not a part of the Official Record

## **BEST AVAILABLE IMAGES**

Defective images within this document are accurate representations of the original documents submitted by the applicant.

Defects in the images may include (but are not limited to):

- BLACK BORDERS
- TEXT CUT OFF AT TOP, BOTTOM OR SIDES
- FADED TEXT
- ILLEGIBLE TEXT
- SKEWED/SLANTED IMAGES
- COLORED PHOTOS
- BLACK OR VERY BLACK AND WHITE DARK PHOTOS
- GRAY SCALE DOCUMENTS

IMAGES ARE BEST AVAILABLE COPY.

**As rescanning documents *will not* correct images,  
please do not report the images to the  
Image Problems Mailbox.**

## PATENT ABSTRACTS OF JAPAN

(11)Publication number : 10-075011

(43)Date of publication of application : 17.03.1998

(51)Int.Cl.

H01S 3/18

(21)Application number : 08-249134

(71)Applicant : SONY CORP

(22)Date of filing : 30.08.1996

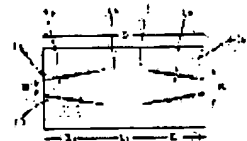
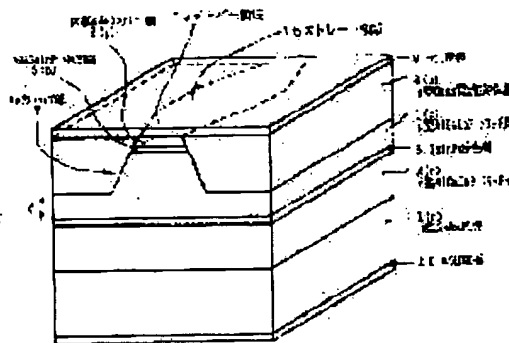
(72)Inventor : HIRATA SHOJI  
UCHIDA SHIRO  
IWAMOTO KOJI  
NAGASAKI HIROKI  
TOJO TAKESHI

## (54) SEMICONDUCTOR LASER

(57)Abstract:

**PROBLEM TO BE SOLVED:** To provide a semiconductor laser which can realize a stable self-oscillation semiconductor laser device, wherein drive voltage can be lessened and a radiation angle in the horizontal direction in a far-field image pattern can be enlarged and the far-field image pattern can be shaped.

**SOLUTION:** In an AlGaInP buried ridge-type semiconductor laser, wherein spaces on both sides a ridge stripe section 7 constituted of an upper layer of a p-type AlGaInP clad layer 4, a p-type GaInP intermediate layer 5, and a p-type GaAs contact layer 6 are filled with n-type GaAs current narrowing layers 8, tapered regions 7a of the length  $L_1$  are formed on both sides of the ridge stripe section 7 in the resonator length direction, with the total length  $2L_1$  of the tapered regions 7a being set at least  $1/10$  of the resonator length  $L$ . The width  $W_1$  at both end faces in the resonator length direction of the ridge stripe section 7 and the central width  $W_2$  in the resonator length direction are so selected as to satisfy  $W_1 < W_2$ ,  $W_1 \leq 5\mu\text{m}$ ,  $W_2 \leq 7\mu\text{m}$ .



## LEGAL STATUS

[Date of request for examination]

24.05.2001

[Date of sending the examiner's decision of rejection]

[Kind of final disposal of application other than the examiner's decision of rejection or application converted registration]

[Date of final disposal for application]

[Patent number]

[Date of registration]

[Number of appeal against examiner's decision of rejection]

[Date of requesting appeal against examiner's decision of

earching PAJ

ejection]

Date of extinction of right]

Copyright (C); 1998,2003 Japan Patent Office

(19) 日本国特許庁 (J P)

(12) 公開特許公報 (A)

(11) 特許出願公開番号

特開平10-75011

(43) 公開日 平成10年(1998) 3月17日

(51) IntCl.<sup>8</sup>

H01S 3/18

識別記号

庁内整理番号

F I

H01S 3/18

技術表示箇所

審査請求 未請求 請求項の数 8 F D (全 8 頁)

(21) 出願番号 特願平8-249134

(22) 出願日 平成8年(1996) 8月30日

(71) 出願人 000002185

ソニー株式会社

東京都品川区北品川6丁目7番35号

(72) 発明者 平田 照二

東京都品川区北品川6丁目7番35号 ソニー株式会社内

(72) 発明者 内田 史朗

東京都品川区北品川6丁目7番35号 ソニー株式会社内

(72) 発明者 岩本 浩治

東京都品川区北品川6丁目7番35号 ソニー株式会社内

(74) 代理人 弁理士 杉浦 正知

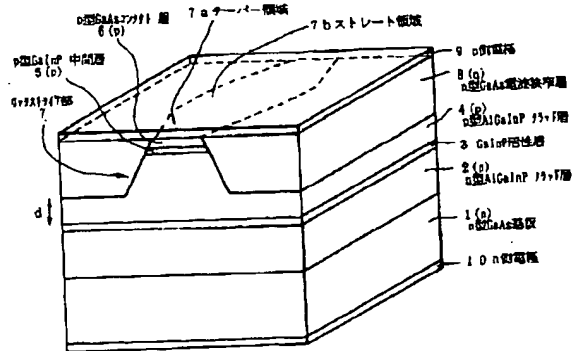
最終頁に続く

(54) 【発明の名称】 半導体レーザ

(57) 【要約】

【課題】 駆動電圧の低減、遠視野像における水平方向の放射角の拡大および遠視野像の整形を図ることができるとともに、安定した自励発振型半導体レーザを容易に実現することができる半導体レーザを提供する。

【解決手段】 p型AlGaInPクラッド層4の上層部、p型GaInP中間層5およびp型GaAsコンタクト層6からなるリッジストライプ部7の両側を、n型GaAs電流狭窄層8で埋め込んだAlGaInP系の埋め込みリッジ型半導体レーザにおいて、リッジストライプ部7の共振器長方向の両端部に長さ $L_1$ のテーパー領域7aをそれぞれ設け、テーパー領域7aの合計の長さ $2L_1$ を、共振器長 $L$ の $1/10$ 以上に選ぶ。リッジストライプ部7の共振器長方向の両端面における幅 $W_1$ 、共振器長方向の中央の幅 $W_2$ を、 $W_1 < W_2$ 、 $W_1 \leq 5 \mu m$ 、 $W_2 \leq 7 \mu m$ に選ぶ。



## 【特許請求の範囲】

【請求項1】 第1導電型の第1のクラッド層と、  
上記第1のクラッド層上の活性層と、  
上記活性層上の第2導電型の第2のクラッド層とを有し、

上記第2のクラッド層に設けられたストライプ部の両側の部分に、上記活性層からの光に対して吸収効果を有する第1導電型の電流狭窄層が埋め込まれた電流狭窄構造を有する半導体レーザにおいて、  
上記ストライプ部が共振器長方向の両端部に上記共振器長方向の中央部から上記共振器長方向の上記両端部に向かう方向に幅が減少するテーパ領域を有することを特徴とする半導体レーザ。

【請求項2】 上記ストライプ部の上記共振器長方向の両端面における幅は $5\mu\text{m}$ 以下で、かつ、上記ストライプ部の上記共振器長方向の中央部の幅は $7\mu\text{m}$ 以下で、かつ、上記ストライプ部の上記両端部の上記テーパ領域の合計の長さは共振器長の $1/10$ 以上であることを特徴とする請求項1記載の半導体レーザ。

【請求項3】 上記半導体レーザは自励発振型半導体レーザであることを特徴とする請求項1記載の半導体レーザ。

【請求項4】 上記ストライプ部の両側の部分における上記第2クラッド層の厚さが $100\text{nm}$ 以上 $800\text{nm}$ 以下であることを特徴とする請求項3記載の半導体レーザ。

【請求項5】 上記半導体レーザはAlGaInP系半導体レーザであることを特徴とする請求項1記載の半導体レーザ。

【請求項6】 上記半導体レーザはAlGaAs系半導体レーザであることを特徴とする請求項1記載の半導体レーザ。

【請求項7】 上記半導体レーザはIII-V族化合物半導体系半導体レーザであることを特徴とする請求項1記載の半導体レーザ。

【請求項8】 上記半導体レーザは窒化物系III-V族化合物半導体系半導体レーザであることを特徴とする請求項1記載のレーザ。

## 【発明の詳細な説明】

【0001】

【発明の属する技術分野】この発明は、半導体レーザに関し、例えば、光ディスク装置などの光源として用いて好適なものである。

【0002】

【従来の技術】従来より、横モードの安定化を図った半導体レーザとして、ストライプ構造を有する埋め込みリッジ型半導体レーザが知られている。図10は、従来のストレート型のストライプ構造を有するAlGaInP系の埋め込みリッジ型半導体レーザを示す斜視図である。

【0003】図10に示すように、この従来のストレート型のストライプ構造を有するAlGaInP系の埋め込みリッジ型半導体レーザにおいては、n型GaAs基板101上に、n型AlGaInPクラッド層102、GaInP活性層103、p型AlGaInPクラッド層104、p型GaInP中間層105およびp型GaAsコンタクト層106が順次積層されている。

【0004】p型AlGaInPクラッド層104の上層部、p型GaInP中間層105およびp型GaAsコンタクト層106は、一方向に延びるストレート型のリッジストライプ形状を有する。符号107は、p型AlGaInPクラッド層104の上層部、p型GaInP中間層105およびp型GaAsコンタクト層106により構成されるリッジストライプ部を示す。この場合、このストレート型のリッジストライプ部107は共振器長方向に均一な幅 $W'$ を有する。ここで、リッジストライプ部107の幅 $W'$ は、リッジストライプ部107の底部における幅を指す。このリッジストライプ部107の両側の部分にはn型GaAs電流狭窄層108が埋め込まれ、これによって電流狭窄構造が形成されている。

【0005】p型GaAsコンタクト層106およびn型GaAs電流狭窄層108の上には、例えばTi/Pt/Au電極のようなp側電極109が設けられている。一方、n型GaAs基板101の裏面には、例えばAuGe/Ni/Au電極のようなn側電極110が設けられている。

【0006】この従来のAlGaInP系の埋め込みリッジ型半導体レーザにおいては、リッジストライプ部107の幅 $W'$ を $5\mu\text{m}$ 程度以下とすることにより横モードの安定化が図られる。また、リッジストライプ部107の両側の部分におけるp型AlGaInPクラッド層104の厚さ $d'$ に応じて導波機構が制御される。具体的には、この埋め込みリッジ型半導体レーザの導波機構は、リッジストライプ部107の両側の部分におけるp型AlGaInPクラッド層104の厚さ $d'$ を $100\sim 300\text{nm}$ とした場合は実屈折率導波型、 $300\sim 500\text{nm}$ とした場合は実屈折率導波型と利得導波型との中間的導波型、 $500\text{nm}$ 以上とした場合は利得導波型となる。

【0007】上述の従来の埋め込みリッジ型半導体レーザの導波機構を実屈折率導波型とした場合には、接合と平行な方向に作り込まれた屈折率段差により横モードが閉じ込められ、利得導波型とした場合には、注入キャリアの分布によって生じる利得分布により横モードが閉じ込められる。

【0008】また、実屈折率導波型と利得導波型との中間的導波型とした場合には、自励発振することが知られている。この場合、接合と平行な方向に作り込まれた屈折率段差により横モードが閉じ込められるが、実屈折率

導波型の場合と比べて上述の屈折率段差は小さいため、接合と平行な方向への光の広がりを実屈折率導波型の場合よりも大きくなる。このため、図11に示すように、GaInP活性層103における利得領域の幅 $W_1$ に比べて光閉じ込め領域の幅 $W_2$ が大きくなる。この場合、リッジストライプ部107の両側の部分におけるGaInP活性層103中には、光閉じ込め領域と利得領域との差により可飽和吸収領域111が生じる。

【0009】

【発明が解決しようとする課題】しかしながら、上述の従来のストレート型のストライプ構造を有する埋め込みリッジ型の半導体レーザでは、次のような問題があった。すなわち、横モードを安定に維持するためには、ストレート形状を有するリッジストライプ部107の幅 $W_1$ を5 $\mu$ m程度以下にしなければならない。この際、p型GaAsコンタクト層106とp側電極109とのコンタクト面積の縮小に伴って、電流経路が狭くなり微分抵抗が高まるため、半導体レーザの駆動電圧の上昇を引き起こすという問題があった。

【0010】また、この従来の埋め込みリッジ型半導体レーザを光ディスク装置などの光源として応用する場合には、出射端面におけるレーザ光のスポットを小さくして、遠視野像(Far Field Pattern)における水平方向の放射角 $\theta//$ を8°程度以上に広げることが有効であるが、そのためには、さらにリッジストライプ部107の幅 $W_1$ を狭くする必要がある。しかしながら、この場合、GaInP活性層103における利得領域が狭くなり、かつ、高い吸収係数をもつ領域への光分布が大きくなるため導波ロスが増加する。このため、半導体レーザの駆動電流が上昇するという問題があった。これは、この従来の埋め込みリッジ型半導体レーザを、水平方向の放射角 $\theta//$ が小さくなりがちな実屈折率導波型とした場合に顕著であった。また、この従来の埋め込みリッジ型半導体レーザを利得導波型とした場合には、レーザ光の遠視野像が双峰状になるため、実用上の問題を生じるおそれがあった。

【0011】この従来の埋め込みリッジ型半導体レーザを光ディスク装置などの光源として応用する場合、低ノイズ化を図るためには、この従来の埋め込みリッジ型半導体レーザを自励発振型とすることが有効である。しかしながら、この場合、自励発振型半導体レーザを実現するためのレーザ構造パラメータ(例えば、リッジストライプ部107の両側の部分におけるp型AlGaInPクラッド層104の厚さ $d_1$ )の許容値の範囲が非常に狭いため、歩留まりが低く、自励発振型半導体レーザの実現が困難であるという問題があった。また、この場合、GaInP活性層103の利得領域と光閉じ込め領域の差により生じる可飽和吸収領域111が、動作時の温度変化や光出力変化に対して不安定であるため、自励発振が不安定であるという問題があった。

【0012】したがって、この発明の目的は、駆動電圧の低減、遠視野像における水平方向の放射角の拡大および遠視野像の整形を図ることができるとともに、安定した自励発振型半導体レーザを容易に実現することができる半導体レーザを提供することにある。

【0013】

【課題を解決するための手段】上記目的を達成するために、この発明は、第1導電型の第1のクラッド層と、第1のクラッド層上の活性層と、活性層上の第2導電型の第2のクラッド層とを有し、第2のクラッド層に設けられたストライプ部の両側の部分に、活性層からの光に対して吸収効果を有する第1導電型の電流狭窄層が埋め込まれた電流狭窄構造を有する半導体レーザにおいて、ストライプ部が共振器長方向の両端部に共振器長方向の中央部から共振器長方向の両端部に向かう方向に幅が減少するテーパー領域を有することを特徴とするものである。

【0014】この発明の一実施形態において、この半導体レーザは自励発振型であり、ストライプ部の両側の部分における第2のクラッド層の厚さは、100~800nm、好適には、300~800nmである。

【0015】上述のように構成されたこの発明によれば、ストライプ部は共振器長方向の両端部に、共振器長方向の中央部から共振器長方向の両端部に向かう方向に幅が減少するテーパー領域を有するので、ストライプ部の両端部における幅を横モードの安定化を維持するために狭くしても、ストライプ部の中央部における幅を広くすることができる。これにより、電極とのコンタクト面積を大きくすることができるので、電流経路が広がり微分抵抗が減少する。これにより、半導体レーザの駆動電圧が低減する。

【0016】また、ストライプ部の共振器長方向の両端部のテーパー領域による波面整形効果により、遠視野像の水平方向の放射角を8°程度以上に広げることができる。これにより、遠視野像の水平方向の放射角を広くするためにストライプ幅を狭くする必要がないので、信頼性良く遠視野像の整形が可能である。また、この波面整形効果により、利得導波型とした場合の遠視野像が単峰状となる。

【0017】また、共振器長方向に断面構造が変化しているため、半導体レーザを自励発振型としたとき、活性層中のテーパー領域の周辺部に対応する部分が固定された可飽和吸収領域となる。このため、従来の埋め込みリッジ型半導体レーザを自励発振型とした場合に比べて、可飽和吸収領域が安定であるので、自励発振が安定である。また、これにより、自励発振型半導体レーザを実現するために、ストライプ部の両側の部分における第2のクラッド層の厚さの許容値の範囲を100~800nm、好適には300~800nmと広くすることができるため、この半導体レーザを自励発振型とする場合の歩

留まりが向上し、容易に自励発振型半導体レーザを得ることができる。

【0018】

【発明の実施の形態】以下、この発明の実施形態について図面を参照しながら説明する。なお、実施形態の全図において、同一または対応する部分には同一の符号を付す。まず、この発明の第1の実施形態について説明する。図1および図2は、この発明の第1の実施形態によるAlGaInP系の埋め込みリッジ型半導体レーザを示す。ここで、図1は斜視図、図2は平面図である。

【0019】図1および図2に示すように、このAlGaInP系の埋め込みリッジ型半導体レーザにおいては、n型GaAs基板1上に、n型AlGaInPクラッド層2、GaInP活性層3、p型AlGaInPクラッド層4、p型GaInP中間層5およびp型GaAsコンタクト層6が順次積層されている。

【0020】p型AlGaInPクラッド層4の上層部、p型GaInP中間層5およびp型GaAsコンタクト層6は、一方向に延びるリッジストライプ形状を有する。7は、これらのp型AlGaInPクラッド層4の上層部、p型GaInP中間層5およびp型GaAsコンタクト層6により構成されるリッジストライプ部を示す。このリッジストライプ部7の両側の部分にはn型GaAs電流狭窄層8が埋め込まれ、これによって電流狭窄構造が形成されている。

【0021】リッジストライプ部7の最上層のp型GaAsコンタクト層6およびn型GaAs電流狭窄層8の上には、例えばTi/Pt/Au電極のようなp側電極9が設けられている。一方、n型GaAs基板1の裏面には、例えばAuGe/Ni/Au電極のようなn側電極10が設けられている。

【0022】このAlGaInP系の埋め込みリッジ型半導体レーザにおいて、リッジストライプ部7は、共振器長方向の両端部のそれぞれ領域に、共振器長方向の中央部から共振器長方向の両端部に向かう方向に連続的に幅が減少するようにテーバーが施されたテーバー領域7aを有している。また、このリッジストライプ部7は、共振器長方向の中央部の領域に一定の幅のストレート領域7bを有する。この場合、リッジストライプ部7の共振器長方向の両端部のテーバー領域7aは、互いにほぼ等しい長さ $L_1$ を有している。また、この場合、これらのテーバー領域7aの合計の長さ $2L_1$ は、共振器長 $L$ の10分の1以上、すなわち、 $2L_1 \geq L/10$ となるように選ばれる。 $L_1$ は、ストレート領域7bの長さを示す。

【0023】また、 $W_1$ は、リッジストライプ部7の共振器長方向の両端面における幅、 $W_2$ は、リッジストライプ部7の共振器長方向の中央部の幅を示す。この場合、幅 $W_1$ 、 $W_2$ は、それぞれ、リッジストライプ部7の共振器長方向の両端面および共振器長方向の中央部で

のリッジストライプ部7の底部における幅を指す。ここで、リッジストライプ部7の共振器長方向の両端面における幅 $W_1$ 、共振器長方向の中央部の幅 $W_2$ は、それぞれ、 $W_1 < W_2$ 、かつ、 $W_1 \leq 5 \mu\text{m}$ 、かつ、 $W_2 \leq 7 \mu\text{m}$ となるように選ばれる。

【0024】ここで、この埋め込みリッジ型半導体レーザのレーザ構造パラメータの一例を示すと、共振器長 $L = 400 \mu\text{m}$ 、リッジストライプ部7のテーバー領域7aの長さ $L_1 = 100 \mu\text{m}$ 、リッジストライプ部7のストレート領域7bの長さ $L_2 = 200 \mu\text{m}$ 、リッジストライプ部7の共振器長方向の両端面における幅 $W_1 = 4 \mu\text{m}$ 、リッジストライプ部7の共振器長方向の中央部における幅 $W_2 = 6 \mu\text{m}$ である。

【0025】上述のように構成された、この埋め込みリッジ型半導体レーザにおいては、リッジストライプ部7の共振器長方向の両端面における幅 $W_1$ を約 $5 \mu\text{m}$ 程度以下（この場合、 $4 \mu\text{m}$ ）とすることにより横モードの安定化が図られる。

【0026】また、この埋め込みリッジ型半導体レーザにおいては、リッジストライプ部7の両側の部分におけるp型AlGaInPクラッド層4の厚さ $d$ に応じて光の導波機構が制御される。具体的には、この埋め込みリッジ型半導体レーザの導波機構は、リッジストライプ部7の両側の部分におけるp型AlGaInPクラッド層4の厚さ $d$ を $100 \sim 300 \text{nm}$ とした場合は実屈折率導波型、 $300 \sim 800 \text{nm}$ とした場合は実屈折率導波型と利得導波型との中間的導波型、 $800 \text{nm}$ 以上とした場合は利得導波型となる。実屈折率導波型と利得導波型との中間的導波型のときは、自励発振型半導体レーザが実現されることが知られている。したがって、この埋め込みリッジ型半導体レーザでは、リッジストライプ部7の両側の部分におけるp型AlGaInPクラッド層4の厚さ $d$ を変化させることにより、実屈折率導波型半導体レーザ、自励発振型半導体レーザおよび利得導波型半導体レーザを実現することができる。図3および図4は、この埋め込みリッジ型半導体レーザの動作を説明するための断面図であり、図3は導波機構を実屈折率導波型または利得導波型とした場合、図4は実屈折率導波型と利得導波型との中間的導波型とした場合について示す。

【0027】まず、この埋め込みリッジ型半導体レーザの導波機構を実屈折率導波型とした場合には、接合と平行な方向に作り込まれた屈折率段差により横モードが閉じ込められる。また、利得導波型とした場合には、注入キャリアの分布によって生じる利得分布によって横モードが閉じ込められる。これらの両者の場合、ともに、図3に示すように、GaInP活性層3における利得領域の幅 $W$ に対して光閉じ込め領域の幅 $W$ が小さくなる。

【0028】一方、実屈折率導波型と利得導波型との中

間的導波型とした場合には、接合と平行な方向に作り込まれた屈折率段差により横モードが閉じ込められるが、実屈折率導波型の場合と比べて上述の屈折率段差が小さいため、接合と平行な方向への光の広がりを実屈折率導波型の場合よりも大きくなる。この場合、図4に示すように、GaInP活性層3における利得領域の幅W<sub>1</sub>に対して光閉じ込め領域の幅W<sub>2</sub>が大きくなる。この場合、GaInP活性層3中の利得領域の外側の光閉じ込め領域に対応する部分が可飽和吸収領域11となる。前述の可飽和吸収領域11に対応する部分は、図2中、点線で囲まれた部分、すなわち、リッジストライプ部7のテーパー領域7aの周辺部に対応する部分となる。これは、リッジストライプ部7のテーパー領域7aの部分では、共振器長方向に断面構造が変化しているためである。このような場合、可飽和吸収領域11は構造的に作り込まれた固定されたものとなるので、安定である。

【0029】上述のように構成された、この埋め込みリッジ型半導体レーザによれば、次のような効果を得ることができる。すなわち、リッジストライプ部7が共振器長方向の両端部にテーパー領域7aを有し、共振器長方向の両端面における幅W<sub>1</sub>に対して共振器長方向の中央部における幅W<sub>2</sub>が広いので、共振器長方向の両端面における幅W<sub>1</sub>を約5μm程度以下として横モードの安定化を維持しながら、共振器長方向の中央部の幅W<sub>2</sub>を広くしてp型GaAsコンタクト層6とp側電極9とのコンタクト面積を大きくすることができる。このため、電流経路が広くなり微分抵抗が低下する。これによって、駆動電圧の低減が可能となる。

【0030】また、リッジストライプ部7のテーパー領域7aの波面整形効果により、出射端面におけるレーザ光のスポットが小さくなり、レーザ光の遠視野像における水平方向の放射角θ//が8°程度以上に広がるという効果を得ることができる。したがって、放射角θ//を広げるために、リッジストライプ部7の共振器長方向の両端部の幅W<sub>1</sub>を特に狭くする必要がなく、これに伴う導波ロスによる駆動電流の上昇の問題がない。このため、信頼性良くレーザ光の遠視野像を整形することが可能である。この効果は、この埋め込みリッジ型半導体レーザの導波機構を、特に、水平方向の放射角θ//が小さくなりがちな実屈折率導波型とした場合において顕著である。

【0031】また、この埋め込みリッジ型半導体レーザの導波機構を利得導波型とした場合、半導体レーザ内部を共振器長方向に進む光が、リッジストライプ部7のテーパー領域7aの波面整形効果により平面波に近づく。このため、レーザ光の遠視野像が単峰状に修正されるという効果を得ることができる。これにより、この埋め込みリッジ型半導体レーザを利得導波型とした場合、実用上の問題を生じるおそれなくなる。

【0032】また、この埋め込みリッジ型半導体レーザ

の導波機構を実屈折率導波型と利得導波型との中間的導波型とした場合、リッジストライプ部7のテーパー領域7aの周辺部に対応した部分のGaInP活性層3が固定された可飽和吸収領域11となるので、従来の埋め込みリッジ型半導体レーザの場合のように、GaInP活性層103内における利得領域に対する光閉じ込め領域の差で生じさせていた不安定な可飽和吸収領域111に比べ、動作時の温度変化や光出力変化に対して安定である。また、これにより、リッジストライプ部7の両側の部分におけるp型AlGaInPクラッド層4の厚さdの許容値の範囲が300~800nmと大きくなるため、自励発振型半導体レーザの実現が容易である。

【0033】したがって、このテーパー型のストライプ構造を有するAlGaInP系の埋め込みリッジ型半導体レーザを、例えば、光ディスク装置の光源に応用する場合、遠視野像における水平方向の放射角θ//の拡大、遠視野像の整形および低ノイズ化を図ることができるので、良好な特性を得ることができる。

【0034】次に、この発明の第2の実施形態について説明する。図5は、この発明の第2の実施形態によるAlGaAs系の埋め込みリッジ型半導体レーザを示す断面図である。

【0035】図5に示すように、このAlGaAs系の埋め込みリッジ型半導体レーザにおいては、図示省略したn型GaAs基板のような半導体基板上に、n型Al<sub>0.1</sub>Ga<sub>0.9</sub>Asクラッド層21、Al<sub>0.1</sub>Ga<sub>0.9</sub>As活性層22、p型Al<sub>0.1</sub>Ga<sub>0.9</sub>Asクラッド層23およびp型GaAsコンタクト層24が順次積層されている。p型Al<sub>0.1</sub>Ga<sub>0.9</sub>Asクラッド層23の上層部およびp型GaAsコンタクト層24は、一方向に延びるリッジストライプ形状を有する。符号25は、p型Al<sub>0.1</sub>Ga<sub>0.9</sub>Asクラッド層23の上層部およびp型GaAsコンタクト層24により構成されるリッジストライプ部を示す。このリッジストライプ部25は、例えば、図1および図2に示した第1の実施形態による埋め込みリッジ型半導体レーザにおけるリッジストライプ部7と同様に、共振器長方向の両端部にテーパー領域を有している。このリッジストライプ部25の両側の部分には、n型GaAs電流狭窄層26が埋め込まれ、これによって電流狭窄構造が形成されている。この第2の実施形態によれば、AlGaAs系の埋め込みリッジ型半導体レーザにおいて、第1の実施形態と同様な効果を得ることができる。

【0036】次に、この発明の第3の実施形態について説明する。図6は、この発明の第3の実施形態によるI-III族化合物半導体系の埋め込みリッジ型半導体レーザを示す断面図である。この埋め込みリッジ型半導体レーザは分離閉じ込めヘテロ(SCH)構造を有する。また、図7は、この埋め込みリッジ型半導体レーザのエネルギーバンド図であり、特にその伝導帯について示



す。なお、図7において、 $E_c$ は伝導帯の下端のエネルギーを示す。

【0037】図6および図7に示すように、このII-V族化合物系の埋め込みリッジ型半導体レーザにおいては、図示省略したn型GaAs基板のような基板上に、n型ZnMgSSeクラッド層31、n型ZnSSe光ガイド層32、ZnCdSe井戸層33aとZnSSe障壁層33bとからなる多重量子井戸構造の活性層33、p型ZnSSe光ガイド層34およびp型ZnMgSSeクラッド層35が順次積層されている。p型ZnMgSSeクラッド層35の上層部は一方に延びるリッジストライプ形状を有する。符号36はp型ZnMgSSeクラッド層35の上層部により構成されるリッジストライプ部を示す。このリッジストライプ部36は、例えば図1および図2に示した第1の実施形態による埋め込みリッジ型半導体レーザにおけるリッジストライプ部7と同様に、共振器長方向の両端部にテーパー領域を有する。このリッジストライプ部36の両側の部分には、n型多結晶シリコン(Si)電流狭窄層37が埋め込まれ、これによって電流狭窄構造が形成されている。この第3の実施形態によれば、II-V族化合物半導体系の青色発光の半導体レーザにおいて、第1の実施形態と同様な効果を得ることができる。

【0038】次に、この発明の第4の実施形態について説明する。図8は、この発明の第4の実施形態による窒化物系III-V族化合物半導体系の埋め込みリッジ型半導体レーザを示す断面図である。この埋め込みリッジ型半導体レーザはSCH構造を有する。また、図9は、この埋め込みリッジ型半導体レーザのエネルギーバンド図であり、特にその伝導帯について示す。なお、図9において、 $E_c$ は伝導帯の下端のエネルギーを示す。

【0039】図8および図9に示すように、この窒化物系III-V族化合物半導体系の埋め込みリッジ型半導体レーザにおいては、図示省略したサファイア基板のような基板上に、n型AlGaInクラッド層41、n型GaIn光ガイド層42、GaInN井戸層43aとGaIn障壁層43bとからなる多重量子井戸構造の活性層43、p型GaIn光ガイド層44およびp型AlGaInクラッド層45が順次積層されている。p型AlGaInクラッド層45の上層部は一方に延びるリッジストライプ形状を有する。符号46はp型AlGaInクラッド層45の上層部により構成されるリッジストライプ部を示す。このリッジストライプ部46は、例えば、図1および図2に示した第1の実施形態による埋め込みリッジ型半導体レーザにおけるリッジストライプ部7と同様に、共振器長方向の両端部にテーパー領域を有する。このリッジストライプ部46の両側の部分には、n型多結晶シリコン(Si)電流狭窄層47が埋め込まれ、これによって電流狭窄構造が形成されている。この第4の実施形態によれば、窒化物系III-V族化合物半導体系の青

色発光の半導体レーザにおいて、第1の実施形態と同様な効果を得ることができる。

【0040】以上この発明の実施形態について具体的に説明したが、この発明は、上述の実施形態に限定されるものではなく、この発明の技術的思想に基づく各種の変形が可能である。例えば、実施形態において挙げた数値、材料、構造などはあくまで例にすぎず、これに限定されるものではない。例えば、上述の第1の実施形態において、リッジストライプ部7の共振器長方向の両端部のテーパー領域7の長さは、互いに異なってもよい。また、このリッジストライプ部7の共振器長方向の中央部のストレート領域7bの長さ $L$ を0として、リッジストライプ部7を共振器長方向の両端部のテーパー領域7aのみとしてもよい。

【0041】

【発明の効果】以上説明したように、この発明によれば、ストライプ部が共振器長方向の両端部に共振器長方向の中央部から共振器長方向の両端部に向かう方向に幅が減少するテーパー領域を有するので、駆動電圧の低減、遠視野像における水平方向の放射角の拡大および遠視野像の整形を図ることができるとともに、安定した自励発振型半導体レーザを容易に実現することができる半導体レーザを得ることができる。

【図面の簡単な説明】

【図1】 この発明の第1の実施形態によるAlGaInP系の埋め込みリッジ型半導体レーザを示す斜視図である。

【図2】 この発明の第1の実施形態によるAlGaInP系の埋め込みリッジ型半導体レーザを示す平面図である。

【図3】 この発明の第1の実施形態によるAlGaInP系の埋め込みリッジ型半導体レーザの動作を説明するための断面図である。

【図4】 この発明の第1の実施形態によるAlGaInP系の埋め込みリッジ型半導体レーザの動作を説明するための断面図である。

【図5】 この発明の第2の実施形態によるAlGaAs系の埋め込みリッジ型半導体レーザを示す断面図である。

【図6】 この発明の第3の実施形態によるII-V族化合物半導体系の埋め込みリッジ型半導体レーザを示す断面図である。

【図7】 この発明の第3の実施形態によるII-V族化合物半導体系の埋め込みリッジ型半導体レーザのエネルギーバンド図である。

【図8】 この発明の第4の実施形態による窒化物系III-V族化合物半導体系の埋め込みリッジ型半導体レーザを示す断面図である。

【図9】 この発明の第4の実施形態による窒化物系III-V族化合物半導体系の埋め込みリッジ型半導体

レーザのエネルギーバンド図である。

【図10】 従来のAlGaInP系の埋め込みリッジ型半導体レーザを示す斜視図である。

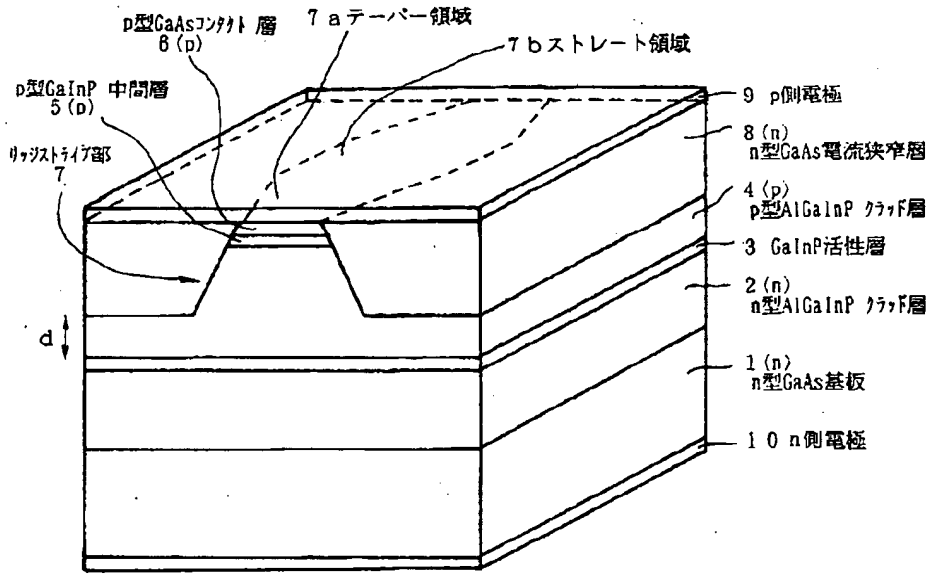
【図11】 従来のAlGaInP系の埋め込みリッジ型半導体レーザの動作を説明するための断面図である。

【符号の説明】

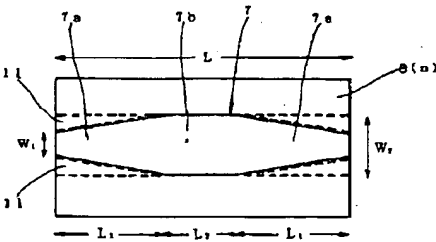
1・・・n型GaAs基板、2・・・n型AlGaInP

\*Pクラッド層、3・・・GaInP活性層、4・・・p型AlGaInPクラッド層、5・・・p型GaInP中間層、6・・・p型GaAsコンタクト層、7・・・リッジストライプ部、7a・・・テーバー領域、7b・・・ストレート領域、8・・・n型GaAs電流狭窄層、9・・・p側電極、10・・・n側電極、11・・・可飽和吸収領域

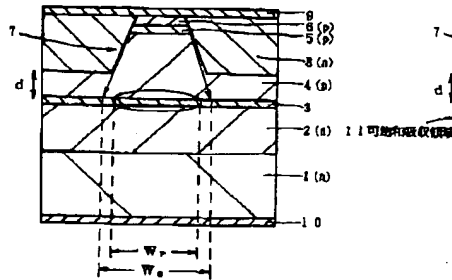
【図1】



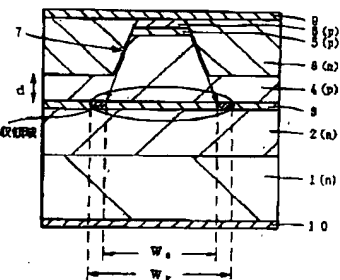
【図2】



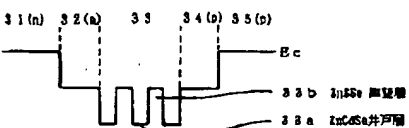
【図3】



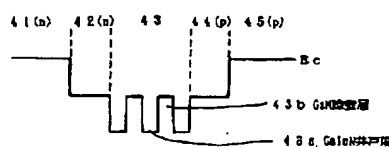
【図4】



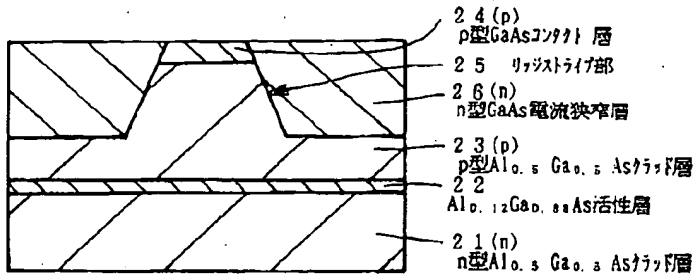
【図7】



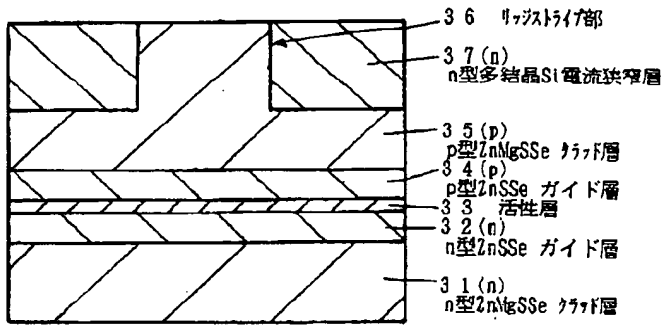
【図9】



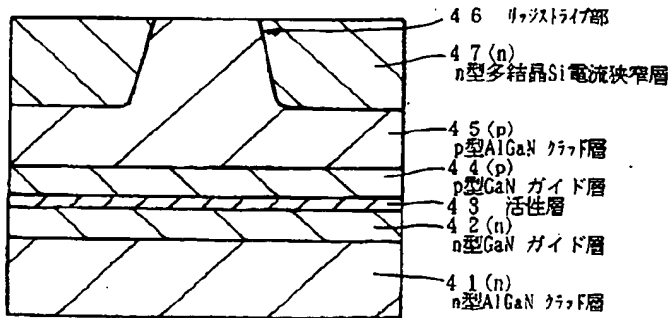
【図5】



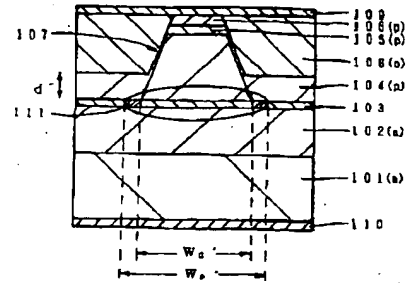
【図6】



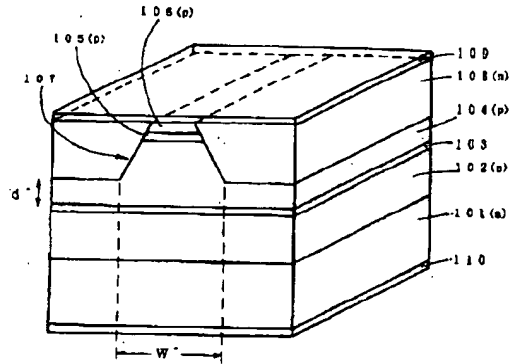
【図8】



【図11】



【図10】



フロントページの続き

(72)発明者 長崎 洋樹  
東京都品川区北品川6丁目7番35号 ソニ  
ー株式会社内

(72)発明者 東條 剛  
東京都品川区北品川6丁目7番35号 ソニ  
ー株式会社内